

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#2  
JCS U.S. PTO  
JP/883820  
06/18/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年 8月18日

出願番号  
Application Number:

特願2000-248280

出願人  
Applicant(s):

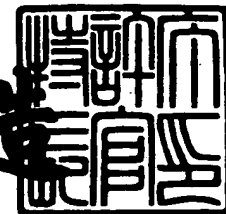
ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月30日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 16NM00058

【提出日】 平成12年 8月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 5/055

【発明の名称】 画像処理方法および装置、記録媒体並びに画像撮影装置

【請求項の数】 17

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横  
河メディカルシステム株式会社内

    【氏名】 荻野 徹男

【特許出願人】

    【識別番号】 300019238

    【氏名又は名称】 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テク  
ノロジー・カンパニー・エルエルシー

【代理人】

    【識別番号】 100085187

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 井島 藤治

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090424

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鮫島 信重

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009542

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

特 2 0 0 0 - 2 4 8 2 8 0

【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】    0005611

【プルーフの要否】    要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理方法および装置、記録媒体並びに画像撮影装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定し、

画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを前記複数の態様の領域について順次に行い、

前記分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する、

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 前記領域は 1 次元領域である、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 3】 前記範囲の上限は前記元画像のノイズの分散である、  
ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 4】 前記複数の態様の領域の分散の値がいずれも前記範囲に入らないときは前記分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する、  
ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理方法。

【請求項 5】 元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定する領域設定手段と、

画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを前記複数の態様の領域について順次に行う分散計算／判定手段と、

前記分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する画像形成手段と、  
を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 6】 前記領域は 1 次元領域である、  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記範囲の上限は前記元画像のノイズの分散である、

ことを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 前記複数の態様の領域の分散の値がいずれも前記範囲に入らないときは前記分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する他の画像形成手段、  
を具備することを特徴とする請求項 5 ないし請求項 7 のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 9】 元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定し、

画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを前記複数の態様の領域について順次に行い、

前記分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する、  
機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体。

【請求項 10】 前記領域は 1 次元領域である、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の記録媒体。

【請求項 11】 前記範囲の上限は前記元画像のノイズの分散である、  
ことを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載の記録媒体。

【請求項 12】 前記複数の態様の領域の分散の値がいずれも前記範囲に入らないときは前記分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する、  
機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする請求項 9 ないし請求項 11 のうちのいずれか 1 つに記載の記録媒体。

【請求項 13】 対象から信号を収集する信号収集手段と、  
前記収集した信号に基づいて元画像を生成する元画像生成手段と、  
前記元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定する領域設定手段と、

画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを

前記複数の態様の領域について順次に行う分散計算／判定手段と、

前記分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する画像形成手段と、  
を具備することを特徴とする画像撮影装置。

【請求項 1 4】 前記領域は 1 次元領域である、  
ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の画像撮影装置。

【請求項 1 5】 前記範囲の上限は前記元画像のノイズの分散である、  
ことを特徴とする請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の画像撮影装置。

【請求項 1 6】 前記複数の態様の領域の分散の値がいずれも前記範囲に入らないときは前記分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する他の画像形成手段、  
を具備することを特徴とする請求項 1 3 ないし請求項 1 5 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【請求項 1 7】 前記信号は磁気共鳴信号である、  
ことを特徴とする請求項 1 3 ないし請求項 1 5 のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像処理方法および装置、記録媒体並びに画像撮影装置に関し、特に、画像のノイズ (noise) を除去する画像処理方法および装置、そのような画像処理機能をコンピュータに実現させるプログラムを記録した媒体、並びに、そのような画像処理装置を備えた画像撮影装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

磁気共鳴撮影 (MRI: Magnetic Resonance Imaging) 装置では、マグネットシステム (magnet system) の内部空間、すなわち、静磁場を形成した空間に撮影の対象を搬入し、勾配磁場および高周波磁場を印加して対象内に磁気共鳴信号を発生させ、その受信信号に基づいて

断層像を生成（再構成）する。

【0003】

断層像の細部構造をより良く観察できるようにするために、画像のノイズ（noise）を除去するフィルタリング（filtering）が行われる。フィルタリングはローパスフィルタリング（low-pass filtering）を基本とするが、それだけでは画像の鮮鋭度（シャープネス：sharpness）が低下するので、シャープネスを確保するための処理を付加したフィルタリングが採用される。

【0004】

シャープネスを確保するための処理を付加したフィルタリングでは、元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定し、各態様の局所的な領域ごとに画素値の分散を計算し、最も小さい分散が得られた領域の画素値の平均値を求めて、それを注目画素の新たな画素値とするようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記のようなフィルタリングは、各態様の局所領域について全て画素値の分散を求めてからその最小値を抽出するので、フィルタリングの処理速度が遅くなる。

【0006】

そこで、本発明の課題は、フィルタリングを能率良く行う画像処理方法および装置、そのような画像処理機能をコンピュータに実現させるプログラムを記録した媒体、並びに、そのような画像処理装置を備えた画像撮影装置を実現することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

（1）上記の課題を解決するための1つの観点での発明は、元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定し、画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを前記複数の態様の領域について順次に行い、前記分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を前

記注目画素の新たな画素値として画像を形成する、ことを特徴とする画像処理方法である。

【 0 0 0 8 】

この観点での発明では、画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを複数の態様の領域について順次に行い、分散の値が最初に範囲に入った領域の画素値の平均値を注目画素の新たな画素値とするので、分散の計算回数を減らすことができ、フィルタリングの能率が上がる。

【 0 0 0 9 】

(2) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記領域は 1 次元の領域である、ことを特徴とする (1) に記載の画像処理方法である。

この観点での発明では、(1) に加えて、分散の計算領域を 1 次元の領域としたので、エッジ状の構造を明確化するフィルタリングを行うことができる。

【 0 0 1 0 】

(3) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記範囲の上限は前記元画像のノイズの分散である、ことを特徴とする (1) または (2) に記載の画像処理方法である。

【 0 0 1 1 】

この観点での発明では、(1) または (2) に加えて、範囲の上限を元画像のノイズの分散としたので、元画像の構造に適合したフィルタリングを行うことができる。

【 0 0 1 2 】

(4) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記複数の態様の領域の分散の値がいずれも前記範囲に入らないときは前記分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する、ことを特徴とする (1) ないし (3) のうちのいずれか 1 つに記載の画像処理方法である。

【 0 0 1 3 】

この観点での発明では、(1) ないし (3) のうちのいずれか 1 つに加えて、分散の値がいずれも範囲に入らないときは分散の値が最も小さい領域の画素値の



平均値を注目画素の新たな画素値とするので、相対的に最も矛盾が少ない画素値を得ることができる。

【 0 0 1 4 】

(5) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定する領域設定手段と、画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを前記複数の態様の領域について順次に行う分散計算／判定手段と、前記分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する画像形成手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置である。

【 0 0 1 5 】

この観点での発明では、画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを複数の態様の領域について順次に行い、分散の値が最初に範囲に入った領域の画素値の平均値を注目画素の新たな画素値とするので、分散の計算回数を減らすことができ、フィルタリングの能率が上がる。

【 0 0 1 6 】

(6) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記領域は 1 次元の領域である、ことを特徴とする (5) に記載の画像処理装置である。

この観点での発明では、(5) に加えて、分散の計算領域を 1 次元の領域としたので、エッジ状の構造を明確化するフィルタリングを行うことができる。

【 0 0 1 7 】

(7) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記範囲の上限は前記元画像のノイズの分散である、ことを特徴とする (5) または (6) に記載の画像処理装置である。

【 0 0 1 8 】

この観点での発明では、(5) または (6) に加えて、範囲の上限を元画像のノイズの分散としたので、元画像の構造に適合したフィルタリングを行うことができる。

【 0 0 1 9 】

(8) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記複数の態様の領

域の分散の値がいずれも前記範囲に入らないときは前記分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する他の画像形成手段、を具備することを特徴とする（５）ないし（７）のうちのいずれか１つに記載の画像処理装置である。

## 【 0 0 2 0 】

この観点での発明では、（５）ないし（７）のうちのいずれか１つに加えて、分散の値がいずれも範囲に入らないときは分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を注目画素の新たな画素値とするので、相対的に最も矛盾が少ない画素値を得ることができる。

## 【 0 0 2 1 】

（９）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定し、画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを前記複数の態様の領域について順次に行い、前記分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする記録媒体である。

## 【 0 0 2 2 】

この観点での発明では、記録媒体に記録されたプログラムが、画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを複数の態様の領域について順次に行い、分散の値が最初に範囲に入った領域の画素値の平均値を注目画素の新たな画素値とする、機能をコンピュータに実現させるので、分散の計算回数を減らすことができ、フィルタリングの能率が上がる。

## 【 0 0 2 3 】

（１０）上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記領域は１次元の領域である、ことを特徴とする（９）に記載の記録媒体である。

この観点での発明では、（９）に加えて、分散の計算領域を１次元の領域としたので、エッジ状の構造を明確化するフィルタリングを行うことができる。

## 【 0 0 2 4 】

(11) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記範囲の上限は前記元画像のノイズの分散である、ことを特徴とする(9)または(10)に記載の記録媒体である。

【0025】

この観点での発明では、(9)または(10)に加えて、範囲の上限を元画像のノイズの分散としたので、元画像の構造に適合したフィルタリングを行うことができる。

【0026】

(12) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記複数の態様の領域の分散の値がいずれも前記範囲に入らないときは前記分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する、機能をコンピュータに実現させるプログラムをコンピュータにより読み取り可能なように記録したことを特徴とする(9)ないし(11)のうちのいずれか1つに記載の記録媒体である。

【0027】

この観点での発明では、(9)ないし(11)のうちのいずれか1つに加えて、分散の値がいずれも範囲に入らないときは分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を注目画素の新たな画素値とする、機能をコンピュータに実現させるので、相対的に最も矛盾が少ない画素値を得ることができる。

【0028】

(13) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、対象から信号を収集する信号収集手段と、前記収集した信号に基づいて元画像を生成する元画像生成手段と、前記元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定する領域設定手段と、画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを前記複数の態様の領域について順次に行う分散計算／判定手段と、前記分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する画像形成手段と、を具備することを特徴とする画像撮影装置である。

【0029】

この観点での発明では、撮影した元画像の画素値の分散を求めて、その値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを複数の態様の領域について順次に行い、分散の値が最初に範囲に入った領域の画素値の平均値を注目画素の新たな画素値とするので、分散の計算回数を減らすことができ、フィルタリングの能率が上がる。

## 【 0 0 3 0 】

(14) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記領域は1次元の領域である、ことを特徴とする(13)に記載の画像撮影装置である。

この観点での発明では、(13)に加えて、分散の計算領域を1次元領域としたので、エッジ状の構造を明確化するフィルタリングを行うことができる。

## 【 0 0 3 1 】

(15) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記範囲の上限は前記元画像のノイズの分散である、ことを特徴とする(13)または(14)に記載の画像撮影装置である。

## 【 0 0 3 2 】

この観点での発明では、(13)または(14)に加えて、範囲の上限を元画像のノイズの分散としたので、元画像の構造に適合したフィルタリングを行うことができる。

## 【 0 0 3 3 】

(16) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記複数の態様の領域の分散の値がいずれも前記範囲に入らないときは前記分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を前記注目画素の新たな画素値として画像を形成する他の画像形成手段、を具備することを特徴とする(13)ないし(15)のうちのいずれか1つに記載の画像撮影装置である。

## 【 0 0 3 4 】

この観点での発明では、(13)ないし(15)のうちのいずれか1つに加えて、分散の値がいずれも範囲に入らないときは分散の値が最も小さい領域の画素値の平均値を注目画素の新たな画素値とするので、相対的に最も矛盾が少ない画素値を得ることができる。

【 0 0 3 5 】

( 1 7 ) 上記の課題を解決するための他の観点での発明は、前記信号は磁気共鳴信号である、ことを特徴とする ( 1 3 ) ないし ( 1 5 ) のうちのいずれか 1 つに記載の画像撮影装置である。

【 0 0 3 6 】

この観点での発明では、フィルタリングを能率良く行う画像処理装置を備えた磁気共鳴撮影装置を実現することができる。

【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、本発明は実施の形態に限定されるものではない。図 1 に画像撮影装置のブロック ( b l o c k ) 図を示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の装置に関する実施の形態の一例が示される。本装置の動作によって、本発明の方法に関する実施の形態の一例が示される。

【 0 0 3 8 】

図 1 に示すように、本装置はマグネットシステム 1 0 0 を有する。マグネットシステム 1 0 0 は主磁場コイル ( c o i l ) 部 1 0 2 、勾配コイル部 1 0 6 および R F ( r a d i o f r e q u e n c y ) コイル部 1 0 8 を有する。これら各コイル部は概ね円筒状の形状を有し、互いに同軸的に配置されている。マグネットシステム 1 0 0 の概ね円柱状の内部空間 ( ボア : b o r e ) に、撮影の対象 3 0 0 がクレードル ( c r a d l e ) 5 0 0 に搭載されて図示しない搬送手段により搬入および搬出される。

【 0 0 3 9 】

主磁場コイル部 1 0 2 はマグネットシステム 1 0 0 の内部空間に静磁場を形成する。静磁場の方向は概ね対象 3 0 0 の体軸の方向に平行である。すなわちいわゆる水平磁場を形成する。主磁場コイル部 1 0 2 は例えば超伝導コイルを用いて構成される。なお、超伝導コイルに限らず常伝導コイル等を用いて構成しても良いのはもちろんである。

【 0 0 4 0 】

勾配コイル部 1 0 6 は静磁場強度に勾配を持たせるための勾配磁場を生じる。発生する勾配磁場は、スライス ( s l i c e ) 勾配磁場、リーダウト ( r e a d o u t ) 勾配磁場およびフェーズエンコード ( p h a s e e n c o d e ) 勾配磁場の 3 種であり、これら 3 種類の勾配磁場に対応して勾配コイル部 1 0 6 は図示しない 3 系統の勾配コイルを有する。

## 【 0 0 4 1 】

R F コイル部 1 0 8 は静磁場空間に対象 3 0 0 の体内のスピンを励起するための高周波磁場を形成する。以下、高周波磁場を形成することを R F 励起信号の送信ともいう。R F コイル部 1 0 8 は、また、励起されたスピンの生じる電磁波すなわち磁気共鳴信号を受信する。

## 【 0 0 4 2 】

R F コイル部 1 0 8 は図示しない送信用のコイルおよび受信用のコイルを有する。送信用のコイルおよび受信用のコイルは、同じコイルを兼用するかあるいはそれぞれ専用のコイルを用いる。

## 【 0 0 4 3 】

勾配コイル部 1 0 6 には勾配駆動部 1 3 0 が接続されている。勾配駆動部 1 3 0 は勾配コイル部 1 0 6 に駆動信号を与えて勾配磁場を発生させる。勾配駆動部 1 3 0 は、勾配コイル部 1 0 6 における 3 系統の勾配コイルに対応して、図示しない 3 系統の駆動回路を有する。

## 【 0 0 4 4 】

R F コイル部 1 0 8 には R F 駆動部 1 4 0 が接続されている。R F 駆動部 1 4 0 は R F コイル部 1 0 8 に駆動信号を与えて R F 励起信号を送信し、対象 3 0 0 の体内のスピンを励起する。

## 【 0 0 4 5 】

R F コイル部 1 0 8 にはデータ収集部 1 5 0 が接続されている。データ収集部 1 5 0 は R F コイル部 1 0 8 が受信した受信信号を取り込み、それをビューデータ ( v i e w d a t a ) として収集する。

## 【 0 0 4 6 】

勾配駆動部 1 3 0 、 R F 駆動部 1 4 0 およびデータ収集部 1 5 0 には制御部 1

60が接続されている。制御部160は、勾配駆動部130ないしデータ収集部150をそれぞれ制御して撮影を遂行する。

## 【0047】

マグネットシステム100、勾配駆動部130、RF駆動部140、データ収集部150および制御部160からなる部分は、本発明における信号収集手段の実施の形態の一例である。

## 【0048】

データ収集部150の出力側はデータ処理部170に接続されている。データ処理部170は、例えばコンピュータ (computer) 等を用いて構成される。データ処理部170は図示しないメモリ (memory) を有する。メモリはデータ処理部170用のプログラムおよび各種のデータを記憶している。本装置の機能は、データ処理部170がメモリに記憶されたプログラムを実行することにより実現される。

## 【0049】

データ処理部170は、データ収集部150から取り込んだデータをメモリに記憶する。メモリ内にはデータ空間が形成される。データ空間は2次元フーリエ (Fourier) 空間を構成する。データ処理部170は、これら2次元フーリエ空間のデータを2次元逆フーリエ変換して対象300の画像を生成 (再構成) する。以下、2次元フーリエ空間をkスペース (k-space) ともいう。データ処理部170は、本発明における元画像生成手段の実施の形態の一例である。

## 【0050】

データ処理部170は、また、再構成した画像をフィルタリングする機能を有する。データ処理部170は、本発明の画像処理装置の実施の形態の一例である。データ処理部170のフィルタリング機能については後にあらためて説明する。

## 【0051】

データ処理部170は制御部160に接続されている。データ処理部170は制御部160の上位にあってそれを統括する。データ処理部170には表示部1

80および操作部190が接続されている。表示部180は、グラフィックディスプレイ（graphic display）等で構成される。操作部190はポインティングデバイス（pointing device）を備えたキーボード（keyboard）等で構成される。

## 【0052】

表示部180は、データ処理部170から出力される再構成画像および各種の情報を表示する。操作部190は、操作者によって操作され、各種の指令や情報等をデータ処理部170に入力する。操作者は表示部180および操作部190を通じてインタラクティブ（interactive）に本装置を操作する。

## 【0053】

図2に、他の方式の画像撮影装置のブロック図を示す。本装置は本発明の実施の形態の一例である。本装置の構成によって、本発明の装置に関する実施の形態の一例が示される。本装置の動作によって、本発明の方法に関する実施の形態の一例が示される。

## 【0054】

図2に示す装置は、図1に示した装置とは方式を異にするマグネットシステム100'を有する。マグネットシステム100'以外は図1に示した装置と同様な構成になっており、同様な部分に同一の符号を付して説明を省略する。

## 【0055】

マグネットシステム100'は主磁場マグネット部102'、勾配コイル部106'およびRFコイル部108'を有する。これら主磁場マグネット部102'および各コイル部は、いずれも空間を挟んで互いに対向する1対のものからなる。また、いずれも概ね円盤状の形状を有し中心軸を共有して配置されている。マグネットシステム100'の内部空間（ボア）に、対象300がクレードル500に搭載されて図示しない搬送手段により搬入および搬出される。

## 【0056】

主磁場マグネット部102'はマグネットシステム100'の内部空間に静磁場を形成する。静磁場の方向は概ね対象300の体軸方向と直交する。すなわちいわゆる垂直磁場を形成する。主磁場マグネット部102'は例えば永久磁石等



を用いて構成される。なお、永久磁石に限らず超伝導電磁石あるいは常伝導電磁石等を用いて構成しても良いのはもちろんである。

## 【 0 0 5 7 】

勾配コイル部 1 0 6' は静磁場強度に勾配を持たせるための勾配磁場を生じる。発生する勾配磁場は、スライス勾配磁場、リードアウト勾配磁場およびフェーズエンコード勾配磁場の 3 種であり、これら 3 種類の勾配磁場に対応して勾配コイル部 1 0 6' は図示しない 3 系統の勾配コイルを有する。

## 【 0 0 5 8 】

R F コイル部 1 0 8' は静磁場空間に対象 3 0 0 の体内のスピンを励起するための R F 励起信号を送信する。R F コイル部 1 0 8' は、また、励起されたスピが生じる磁気共鳴信号を受信する。R F コイル部 1 0 8' は図示しない送信用のコイルおよび受信用のコイルを有する。送信用のコイルおよび受信用のコイルは、同じコイルを兼用するかあるいはそれぞれ専用のコイルを用いる。

## 【 0 0 5 9 】

マグネットシステム 1 0 0' 、勾配駆動部 1 3 0 、 R F 駆動部 1 4 0 、データ収集部 1 5 0 および制御部 1 6 0 からなる部分は、本発明における信号収集手段の実施の形態の一例である。

## 【 0 0 6 0 】

図 3 に、磁気共鳴撮影に用いるパルスシーケンス ( p u l s e   s e q u e n c e ) の一例を示す。このパルスシーケンスは、グラディエントエコー ( G R E : G r a d i e n t   E c h o ) 法のパルスシーケンスである。

## 【 0 0 6 1 】

すなわち、( 1 ) は G R E 法における R F 励起用の  $\alpha^\circ$  パルスのシーケンスであり、( 2 ) 、( 3 ) 、( 4 ) および ( 5 ) は、同じくそれぞれ、スライス勾配  $G_s$  、リードアウト勾配  $G_r$  、フェーズエンコード勾配  $G_p$  およびグラディエントエコー MR のシーケンスである。なお、 $\alpha^\circ$  パルスは中心信号で代表する。パルスシーケンスは時間軸  $t$  に沿って左から右に進行する。

## 【 0 0 6 2 】

同図に示すように、 $\alpha^\circ$  パルスによりスピンの  $\alpha^\circ$  励起が行われる。フリップ

アングル ( f l i p a n g l e )  $\alpha^\circ$  は  $90^\circ$  以下である。このときスライス勾配  $G_s$  が印加され所定のスライスについての選択励起が行われる。

【 0 0 6 3 】

$\alpha^\circ$  励起後、フェーズエンコード勾配  $G_p$  によりスピンのフェーズエンコードが行われる。次に、リードアウト勾配  $G_r$  により先ずスピンをディフェーズ ( d e p h a s e ) し、次いでスピンをリフェーズ ( r e p h a s e ) して、グラディエントエコーMRを発生させる。グラディエントエコーMRの信号強度は、 $\alpha^\circ$  励起からエコータイム ( e c h o t i m e )  $T_E$  後の時点で最大となる。グラディエントエコーMRはデータ収集部 1 5 0 によりビューデータとして収集される。

【 0 0 6 4 】

このようなパルスシーケンスが周期  $T_R$  ( r e p e t i t i o n t i m e ) で 6 4 ~ 5 1 2 回繰り返される。繰り返しのたびにフェーズエンコード勾配  $G_p$  を変更し、毎回異なるフェーズエンコードを行う。これによって、 $k$  スペースを埋める 6 4 ~ 5 1 2 ビューのビューデータが得られる。

【 0 0 6 5 】

磁気共鳴撮影用パルスシーケンスの他の例を図 4 に示す。このパルスシーケンスは、スピンエコー ( S E : S p i n E c h o ) 法のパルスシーケンスである。

【 0 0 6 6 】

すなわち、( 1 ) は S E 法における R F 励起用の  $90^\circ$  パルスおよび  $180^\circ$  パルスのシーケンスであり、( 2 ) 、 ( 3 ) 、 ( 4 ) および ( 5 ) は、同じくそれぞれ、スライス勾配  $G_s$  、リードアウト勾配  $G_r$  、フェーズエンコード勾配  $G_p$  およびスピンエコーMRのシーケンスである。なお、 $90^\circ$  パルスおよび  $180^\circ$  パルスはそれぞれ中心信号で代表する。パルスシーケンスは時間軸  $t$  に沿って左から右に進行する。

【 0 0 6 7 】

同図に示すように、 $90^\circ$  パルスによりスピンの  $90^\circ$  励起が行われる。このときスライス勾配  $G_s$  が印加され所定のスライスについての選択励起が行われる。

。  $90^\circ$  励起から所定の時間後に、  $180^\circ$  パルスによる  $180^\circ$  励起すなわちスピン反転が行われる。このときもスライス勾配  $G_s$  が印加され、同じスライスについての選択的反転が行われる。

## 【 0 0 6 8 】

$90^\circ$  励起とスピン反転の間の期間に、リードアウト勾配  $G_r$  およびフェーズエンコード勾配  $G_p$  が印加される。リードアウト勾配  $G_r$  によりスピンのディフェーズが行われる。フェーズエンコード勾配  $G_p$  によりスピンのフェーズエンコードが行われる。

## 【 0 0 6 9 】

スピン反転後、リードアウト勾配  $G_r$  でスピンをリフェーズしてスピンエコーMRを発生させる。スピンエコーMRの信号強度は、  $90^\circ$  励起からTE後の時点で最大となる。スピンエコーMRはデータ収集部 1 5 0 によりビューデータとして収集される。このようなパルスシーケンスが周期TRで64～512回繰り返される。繰り返しのたびにフェーズエンコード勾配  $G_p$  を変更し、毎回異なるフェーズエンコードを行う。これによって、k空間を埋める64～512ビューのビューデータが得られる。

## 【 0 0 7 0 】

なお、撮影に用いるパルスシーケンスはGRE法またはSE法に限るものではなく、例えば、FSE (Fast Spin Echo) 法、ファーストリカバリFSE (Fast Recovery Fast Spin Echo) 法、エコープラナー・イメージング (EPI: Echo Planar Imaging) 等、他の適宜の技法のものであって良い。

## 【 0 0 7 1 】

データ処理部 1 7 0 は、k空間のビューデータを2次元逆フーリエ変換して対象300の断層像を再構成する。再構成した画像はメモリに記憶し、また、表示部 1 8 0 で表示する。

## 【 0 0 7 2 】

画像のノイズを除去するために、データ処理部 1 7 0 において画像のフィルタリングが行われる。フィルタリングは画像再構成の一環として行うようにしても

良く、あるいは、再構成画像の観察結果に基づいて、操作者の選択により行うようにしても良い。

【 0 0 7 3 】

図 5 に、データ処理部 1 7 0 による画像フィルタリング動作のフローチャート ( f l o w   c h a r t ) を示す。同図に示すように、ステップ ( s t e p ) 5 0 0 で、元画像における注目画素を指定する。注目画素とは、これからフィルタリングによって画素値を確定する画素であり、元画像中の 1 つの画素が指定される。最初の画素としては、例えば元画像の中央画素等が指定される。

【 0 0 7 4 】

次に、ステップ 5 0 2 で、元画像中に局所領域を設定する。局所領域は注目画素を含む局所的な領域である。局所領域は例えば複数の画素の 1 次元的な連なりとして設定される。なお、局所領域の設定はこれに限るものではなく、適宜で良い。ステップ 5 0 2 の処理を行うデータ処理部 1 7 0 は、本発明における領域設定手段の実施の形態の一例である。

【 0 0 7 5 】

局所領域は複数の態様で設定される。局所領域の設定の態様の例を、図 6 ないし図 9 に示す。同図に示すように 1 つの態様では、図 6 に示すように、注目画素 k を中心として垂直に連なる例えば 7 つの画素からなる領域が設定される。この局所領域を局所領域 A という。なお、画素数は 7 に限るものではなく適宜で良い。

【 0 0 7 6 】

他の態様では、図 7 に示すように右上がりの 4 5 ° 方向に連なる 7 つの画素からなる局所領域 B、図 8 に示すように水平に連なる 7 つの画素からなる局所領域 C、および、図 9 に示すように左上がりの 4 5 ° 方向に連なる 7 つの画素からなる局所領域 D が、それぞれ設定される。いずれも注目画素 k を領域の中心画素とする。これにより、形態を異にする 4 つの局所領域が設定される。

【 0 0 7 7 】

局所領域の設定の態様の他の例を、図 1 0 ないし図 1 7 に示す。同図に示すように 1 つの態様では、図 1 0 に示すように、注目画素 k を中心として垂直に連な

る例えば9つの画素からなる局所領域A'が設定される。

【0078】

他の態様では、図11に示すように右上がりの45°方向に連なる9つの画素からなる局所領域B'、図12に示すように水平に連なる9つの画素からなる局所領域C'、図13に示すように左上がりの45°方向に連なる9つの画素からなる局所領域D'、図14に示すように右上がりの67.5°方向に連なる9つの画素からなる局所領域E、図15に示すように右上がりの22.5°方向に連なる9つの画素からなる局所領域F、図16に示すように左上がりの22.5°方向に連なる9つの画素からなる局所領域G、および、図17に示すように左上がりの67.5°方向に連なる9つの画素からなる局所領域Hが、それぞれ設定される。いずれも注目画素kを領域の中心画素とする。これにより、形態を異にする8つの局所領域が設定される。

【0079】

次に、ステップ504で、複数の局所領域のうちの1つを選択する。これによって例えば局所領域Aが選択される。なお、局所領域を図10ないし図17に示したように8種類設定したときは、例えば局所領域A'が選択される。以下、局所領域を図6ないし図9に示したように4種類設定した例で説明するが、図10ないし図17に示したように8種類設定した場合も同様になる。

【0080】

次に、ステップ506で、局所領域における画素値の分散を計算する。分散の計算には次式が用いられる。

【0081】

【数1】

$$S = (\sum (P_i - \bar{P})^2) / N \quad (1)$$

【0082】

ここで、

$P_i$  : 画素値

$N$  : 画素数

である。

また、

【0083】

【数2】

$\bar{P}$

【0084】

は、局所領域の画素値の平均値である。

次に、ステップ508で、画素値の分散 $S$ が予め定めた限度値 $S_n$ より小さいか否かを判定する。限度値 $S_n$ としては、例えば元画像のノイズの分散を使用する。

【0085】

限度値 $S_n$ はノイズの分散に限るものではなく、適宜に定めた値であって良い。あるいは、ノイズの分散に一定値を加えた値を上限とし、ノイズの分散から一定値を減じた値を下限值とする許容範囲として設定しても良い。なお、ノイズの分散 $S_n$ を上限値としたときは、 $S_n \sim 0$ が許容範囲となる。ステップ506および508の処理を行うデータ処理部170は、本発明における分散計算／判定手段の実施の形態の一例である。

【0086】

$S$ が $S_n$ より小さいときあるいは許容範囲内であるときは、ステップ510で、局所領域の平均画素値 $P_m$ を求め、これを注目画素 $k$ の新たな画素値とする。このようにして求めた平均画素値 $P_m$ は、局所領域における元画像の構造に適合した画素値となる。その理由は次の通りである。

【0087】

例えば、図6に示した局所領域 $A$ において、元画像の構造がこの画素列に一致する構造、すなわち、例えば垂直方向のエッジ（edge）であるとする、局所領域 $A$ の画素値は全て元画像の同一構造（エッジ）を表す値を持つ。

【0088】

そのような状況においては、局所領域 $A$ の画素値の分散はノイズの分散より小

さくなる、あるいは、ノイズの分散を基準として設定した許容範囲内の値になるので、局所領域 A の平均画素値  $P_m$  を注目画素 k の画素値として良い。

## 【 0 0 8 9 】

このようにして、局所領域 A における元画像の構造（エッジ）を適切に反映した画素値を得ることができる。また複数の画素値の平均であるからノイズが除去される。すなわち、元画像の構造を強調しつつノイズを除去した画素値を得ることができる。

## 【 0 0 9 0 】

S が  $S_n$  より小さくないときあるいは許容範囲外のときは、局所領域 A は元画像の構造に適合しないので、平均値計算を行う代わりに、ステップ 5 1 2 で、全ての態様の局所領域が処理済みであるか否かを判定し、未済のときはステップ 5 1 4 で局所領域を変更する。これによって、次の局所領域例えば局所領域 B が選択される。

## 【 0 0 9 1 】

そして、ステップ 5 0 6 で、局所領域 B について画素値の分散を求め、ステップ 5 0 8 でその値を判定する。画素値の分散が基準を満足するときはステップ 5 1 0 で局所領域 B の平均画素値を計算するが、そうでないときはステップ 5 1 2 , 5 1 4 でさらに次の局所領域例えば局所領域 C を選択し、ステップ 5 0 6 , 5 0 8 で画素値分散の計算およびその値の判定を行う。

## 【 0 0 9 2 】

画素値の分散が基準を満足しない間は、局所領域を順次変更しながら画素値の分散を計算してその値を判定する処理を繰り返し、基準を満たす画素値の分散を得た段階で、そのときの局所領域の平均画素値  $P_m$  を求めてそれを注目画素 k の画素値とする。

## 【 0 0 9 3 】

このように、基準を満たす値が得られたら残りの局所領域についての画素値分散の計算およびその値の判定を省略するので、元画像の構造に適合した注目画素 k の値を能率良く求めることができる。

## 【 0 0 9 4 】

いずれの局所領域 A ～ D も画素値の分散が基準を満足しないときは、ステップ 5 1 6 で、それまで得られた画素値分散の最小値を抽出し、この最小値を与える局所領域を特定する。

【 0 0 9 5 】

次に、ステップ 5 1 8 で、その局所領域の画素値の分散を計算する。これによって、基準を満足しないものの、相対的には元画像の構造に最も適合する ( o p t i m u m ) な局所領域の画素値の平均として、注目画素 k の画素値が求められる。

【 0 0 9 6 】

このようにして 1 つの注目画素の画素値を確定した後に、ステップ 5 2 0 で、全ての注目画素について以上の処理を済ませたか否かを判定し、未済の場合はステップ 5 2 2 で注目画素を変更する。これによって例えば隣の画素が新たな注目画素となる。

【 0 0 9 7 】

この新たな注目画素について、ステップ 5 0 2 ～ 5 1 8 の処理が行われ、その画素値が確定する。以下同様にして、元画像における全ての注目画素が逐一処理される。全ての注目画素の画素値を確定した後に、ステップ 5 2 4 で、確定済みの画素値  $P_m$  によって画像を形成する。

【 0 0 9 8 】

注目画素は元画像を構成する全画素である。なお、必ずしもそれに限るものではなく、必要に応じて、例えば元画像における関心領域 ( R O I : R e g i o n o f I n t e r e s t ) 等、予め設定した領域の画素であって良い。ステップ 5 1 0 および 5 2 4 の処理を行うデータ処理部 1 7 0 は、本発明における画像形成手段の実施の形態の一例である。ステップ 5 1 6 , 5 1 8 および 5 2 4 の処理を行うデータ処理部 1 7 0 は、本発明における他の画像形成手段の実施の形態の一例である。

【 0 0 9 9 】

このようにして形成した画像は、ノイズが少なくかつ局所領域における元画像の構造を適正に強調したものとなる。すなわち、元画像を能率良くフィルタリン



グして品質を高めた画像を得ることができる。フィルタリングした画像はメモリに記憶し、また、表示部 1 8 0 に表示する。

【 0 1 0 0 】

以上のような機能をコンピュータに実現させるプログラムが、記録媒体に、コンピュータで読み取り可能なように記録される。記録媒体としては、例えば、磁気記録媒体、光記録媒体、光磁気記録媒体およびその他の方式の適宜の記録媒体が用いられる。記録媒体は半導体記憶媒体であっても良い。本書では記憶媒体は記録媒体と同義である。

【 0 1 0 1 】

以上、画像のフィルタリングを磁気共鳴撮影装置のデータ処理部で行う例で説明したが、フィルタリングは、例えば EWS (Engineering Work Station) や PC (personal computer) 等、磁気共鳴撮影装置とは別体のデータ処理装置で行うようにしても良いのはもちろんである。

【 0 1 0 2 】

また、画像撮影装置が磁気共鳴撮影装置である例で説明したが、それに限るものではなく、例えば X 線 CT (Computed Tomography) 装置、X 線撮影装置、PET (Positron Emission Tomography)、ガンマカメラ ( $\gamma$  camera) 等、他の方式の画像撮影装置であって良い。

【 0 1 0 3 】

また、医用画像を処理する例で説明したが、処理対象は医用画像に限るものではなく、例えば光学器械で撮影したデジタル画像等のノイズ除去にも一般的に適用することができる。

【 0 1 0 4 】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、フィルタリングを能率良く行う画像処理方法および装置、そのような画像処理機能をコンピュータに実現させるプログラムを記録した媒体、並びに、そのような画像処理装置を備えた画像撮影

装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図 2】

本発明の実施の形態の一例の装置のブロック図である。

【図 3】

図 1 または図 2 に示した装置が実行するパルスシーケンスの一例を示す図である。

【図 4】

図 1 または図 2 に示した装置が実行するパルスシーケンスの一例を示す図である。

【図 5】

図 1 または図 2 に示した装置が行う画像処理のフローチャートである。

【図 6】

局所領域の概念図である。

【図 7】

局所領域の概念図である。

【図 8】

局所領域の概念図である。

【図 9】

局所領域の概念図である。

【図 1 0】

局所領域の概念図である。

【図 1 1】

局所領域の概念図である。

【図 1 2】

局所領域の概念図である。

【図 1 3】

局所領域の概念図である。

【図 1 4】

局所領域の概念図である。

【図 1 5】

局所領域の概念図である。

【図 1 6】

局所領域の概念図である。

【図 1 7】

局所領域の概念図である。

【符号の説明】

1 0 0, 1 0 0' マグネットシステム

1 0 2 主磁場コイル部

1 0 2' 主磁場マグネット部

1 0 6, 1 0 6' 勾配コイル部

1 0 8, 1 0 8' R F コイル部

1 3 0 勾配駆動部

1 4 0 R F 駆動部

1 5 0 データ収集部

1 6 0 制御部

1 7 0 データ処理部

1 8 0 表示部

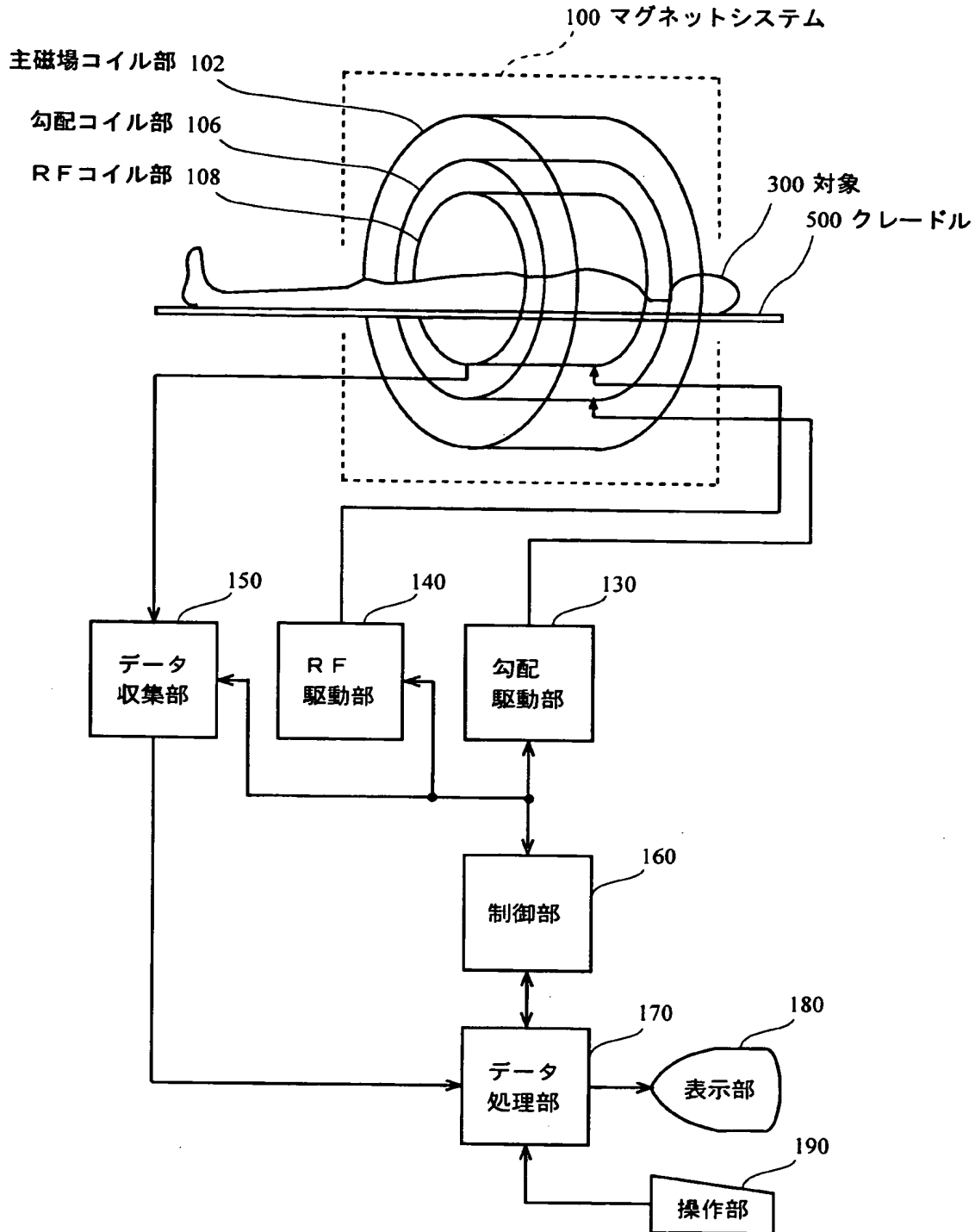
1 9 0 操作部

3 0 0 対象

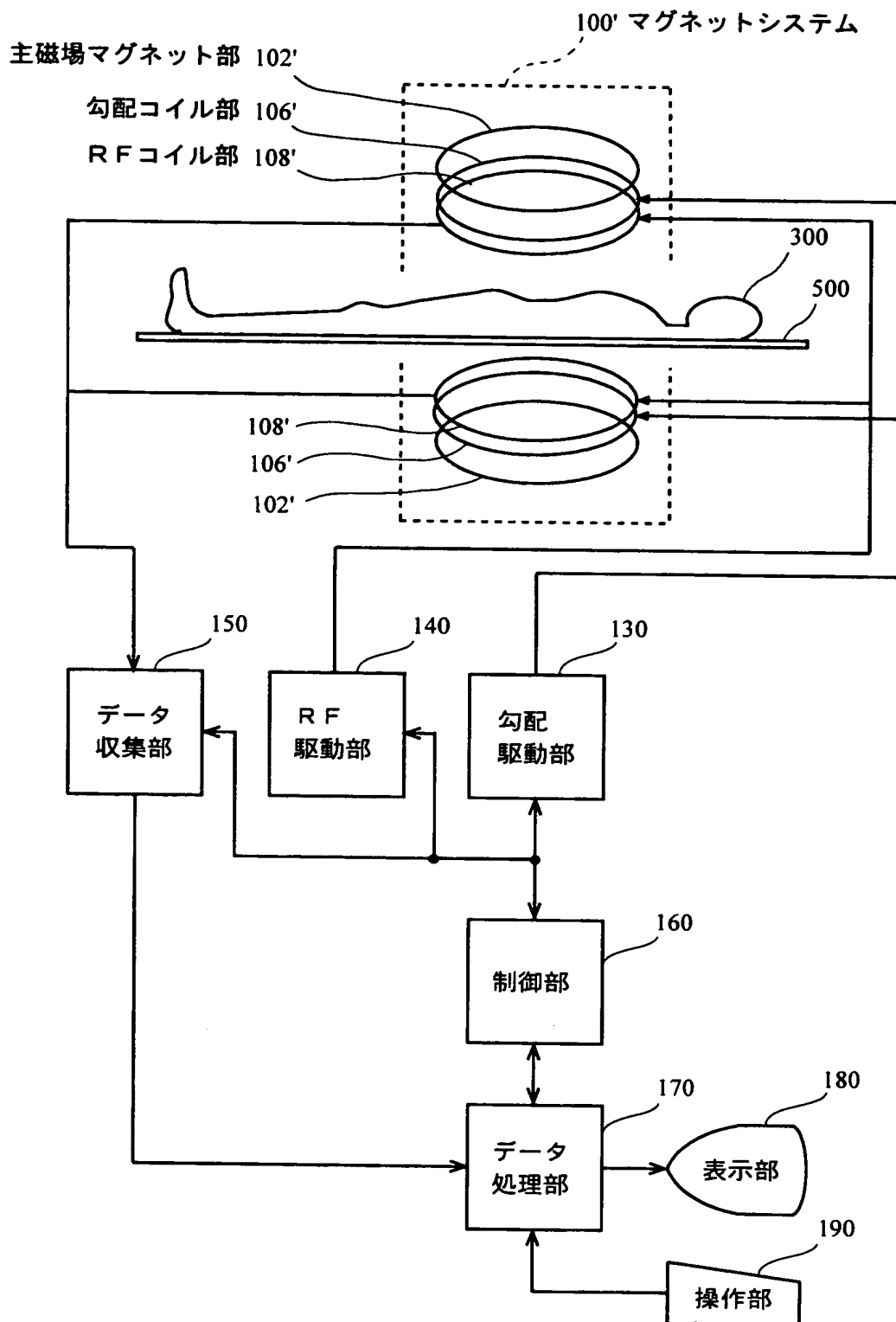
5 0 0 クレードル

【書類名】 図面

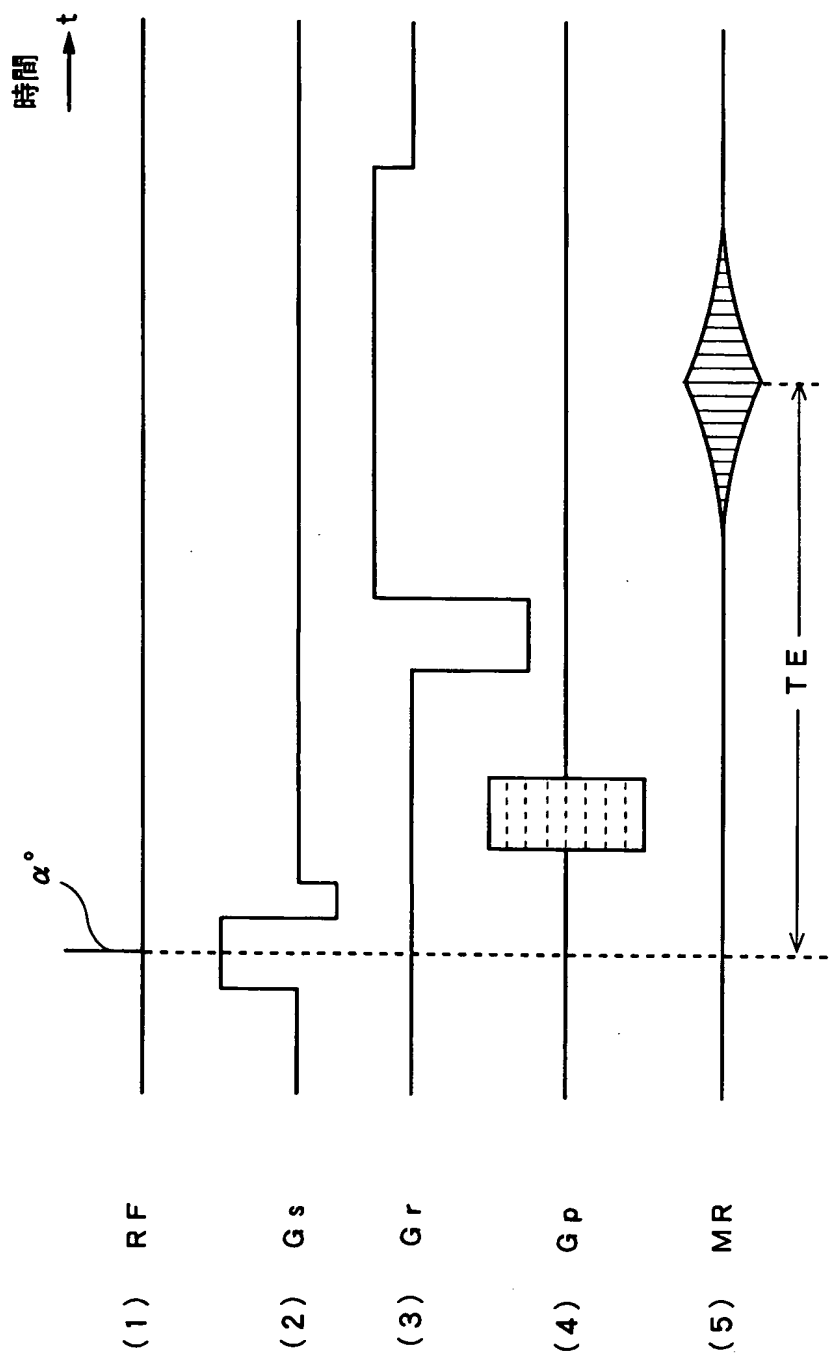
【図 1】



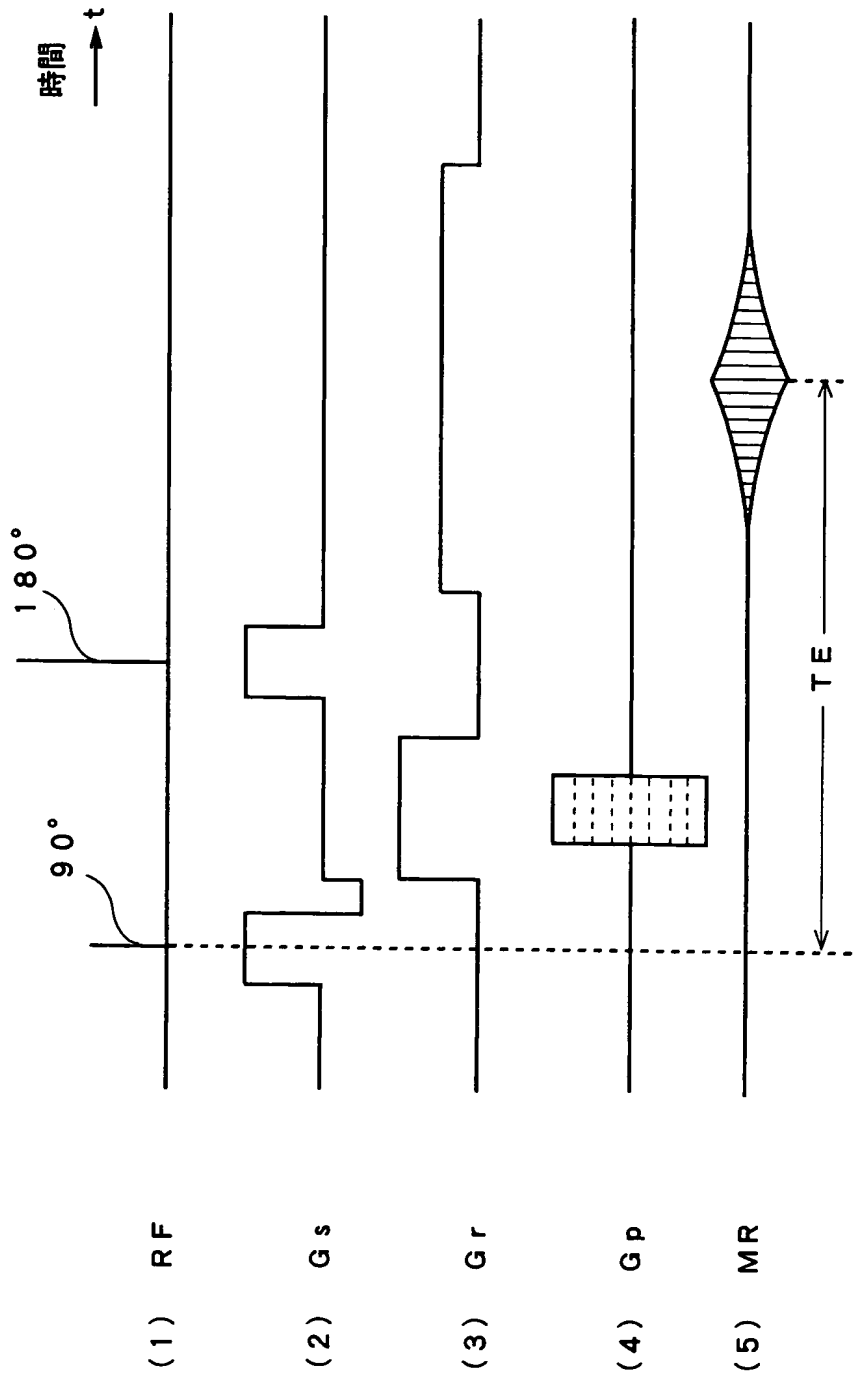
【図 2】



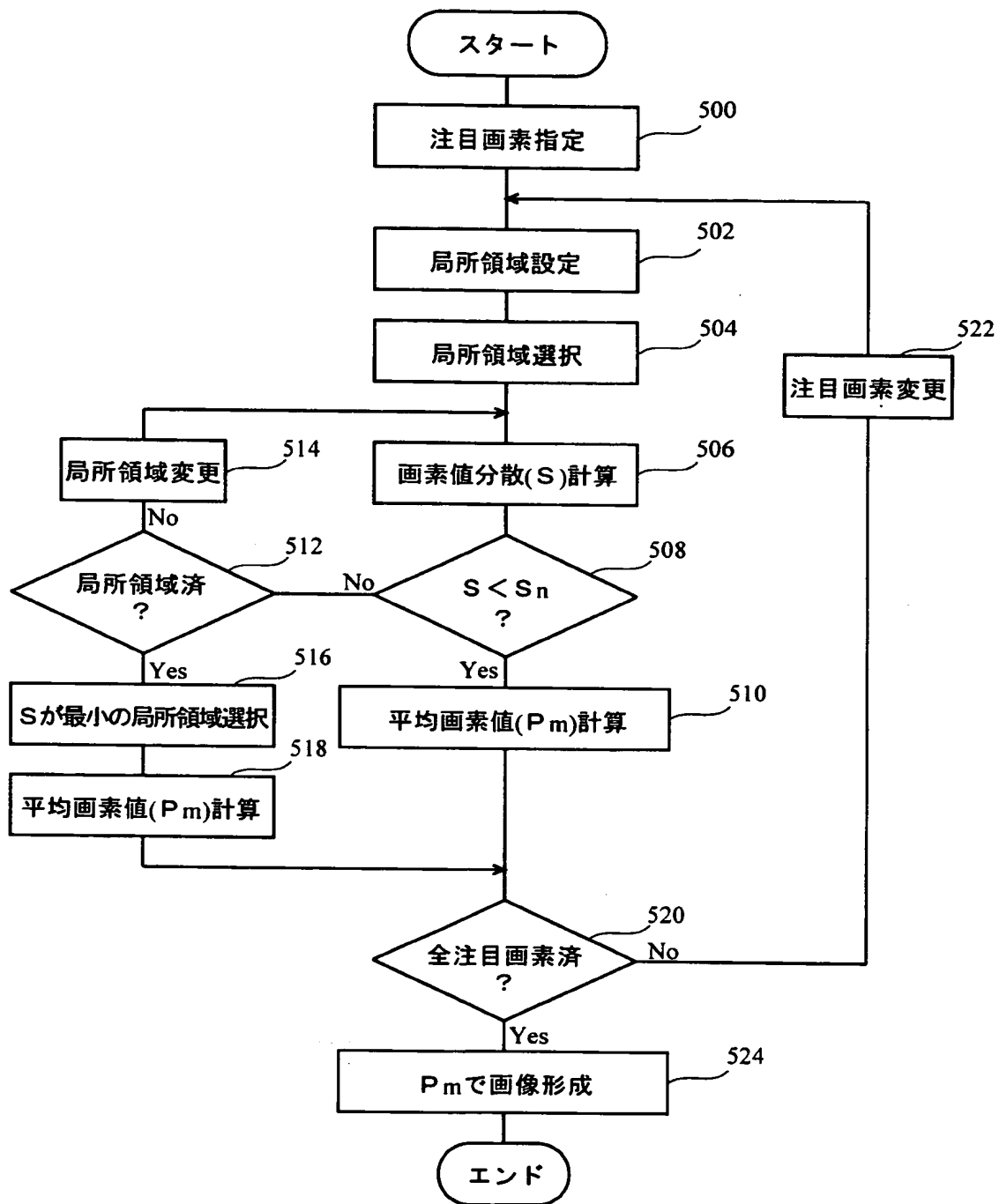
【図 3】



【図 4】

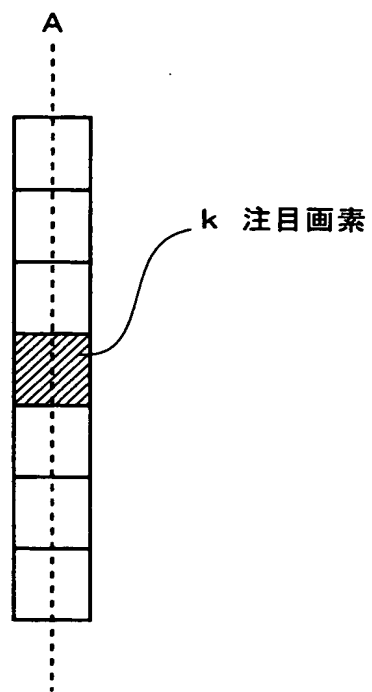


【図 5】

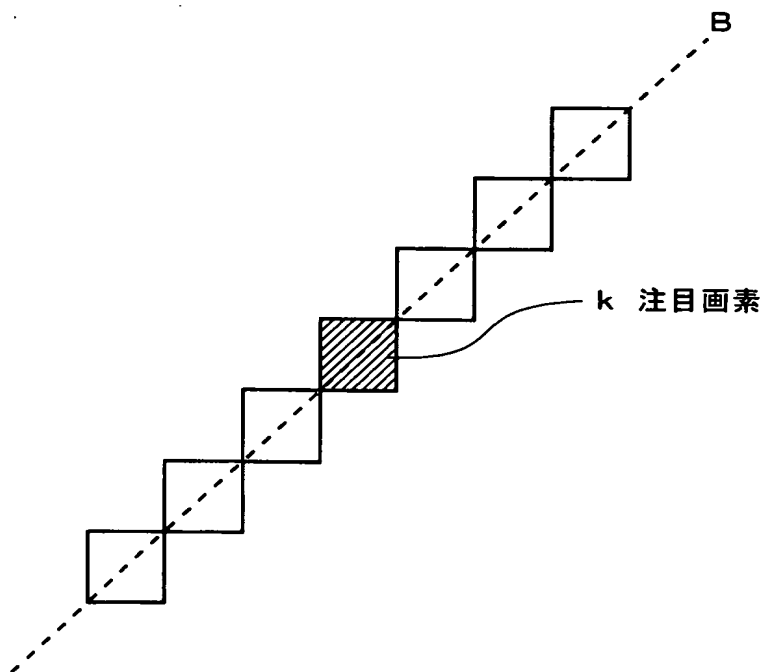




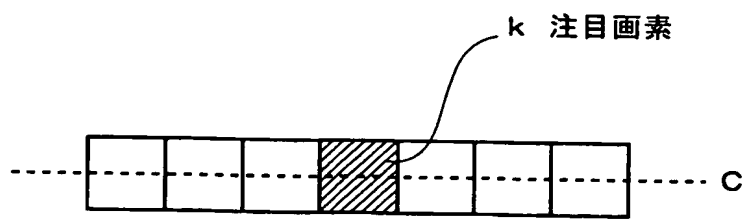
【図 6】



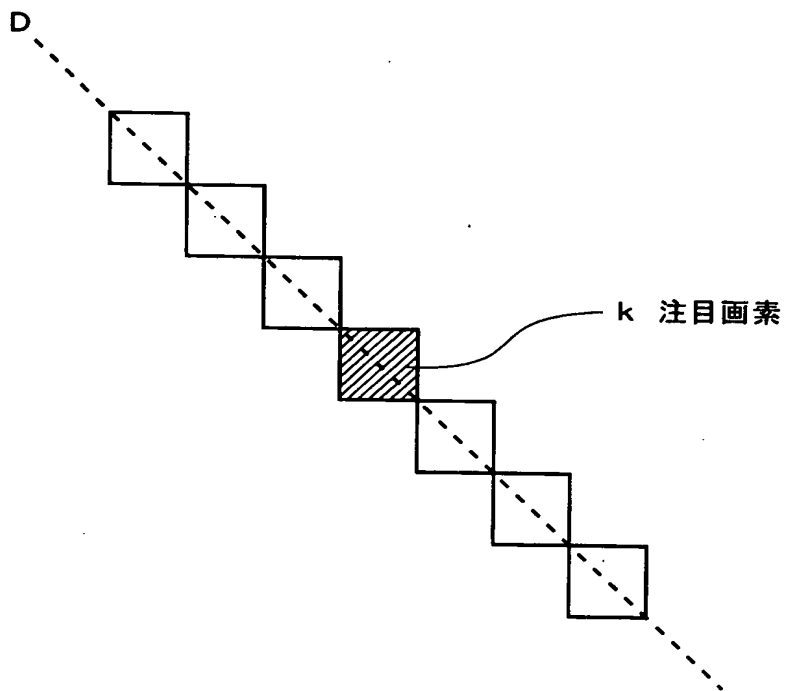
【図 7】



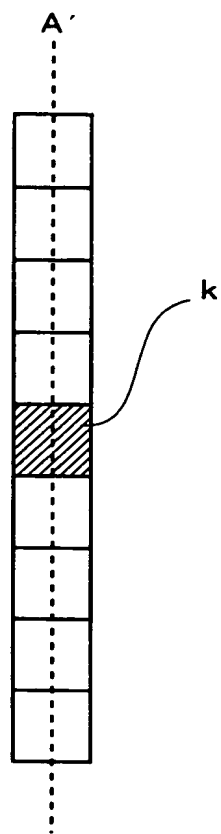
【図 8】



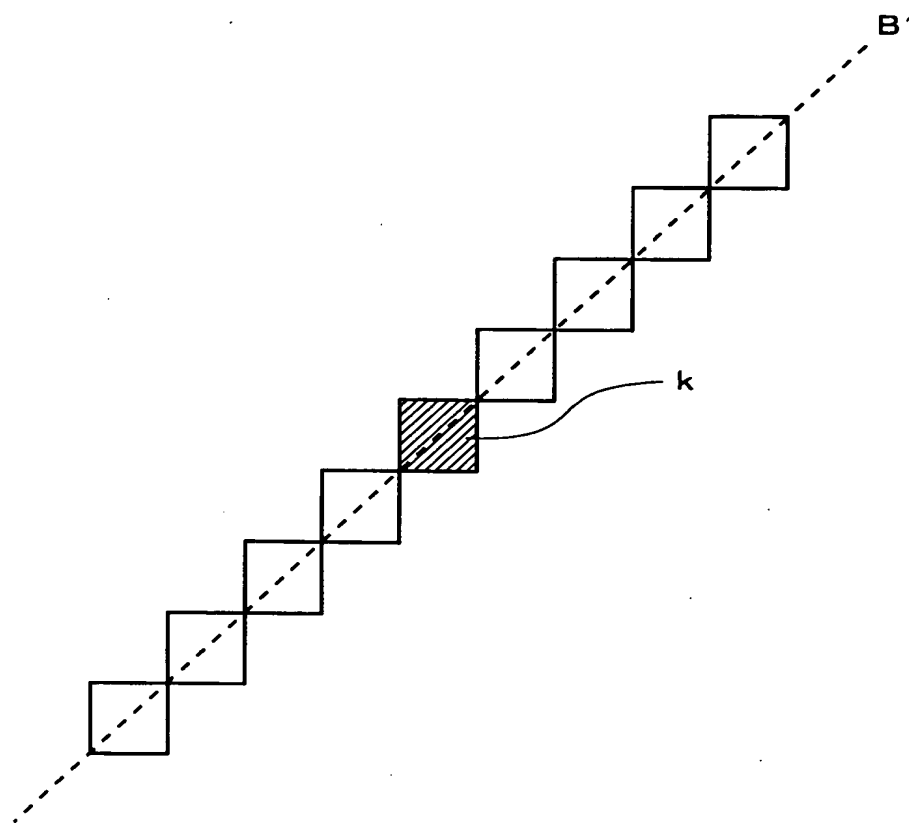
【図 9】



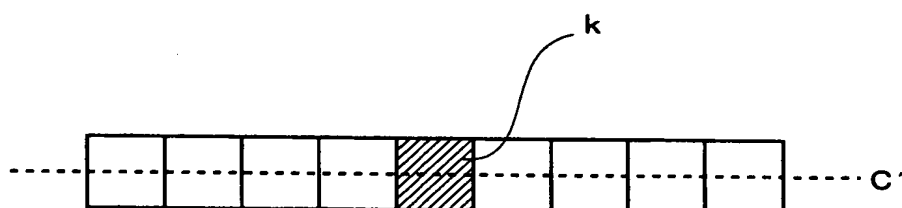
【図 1 0】



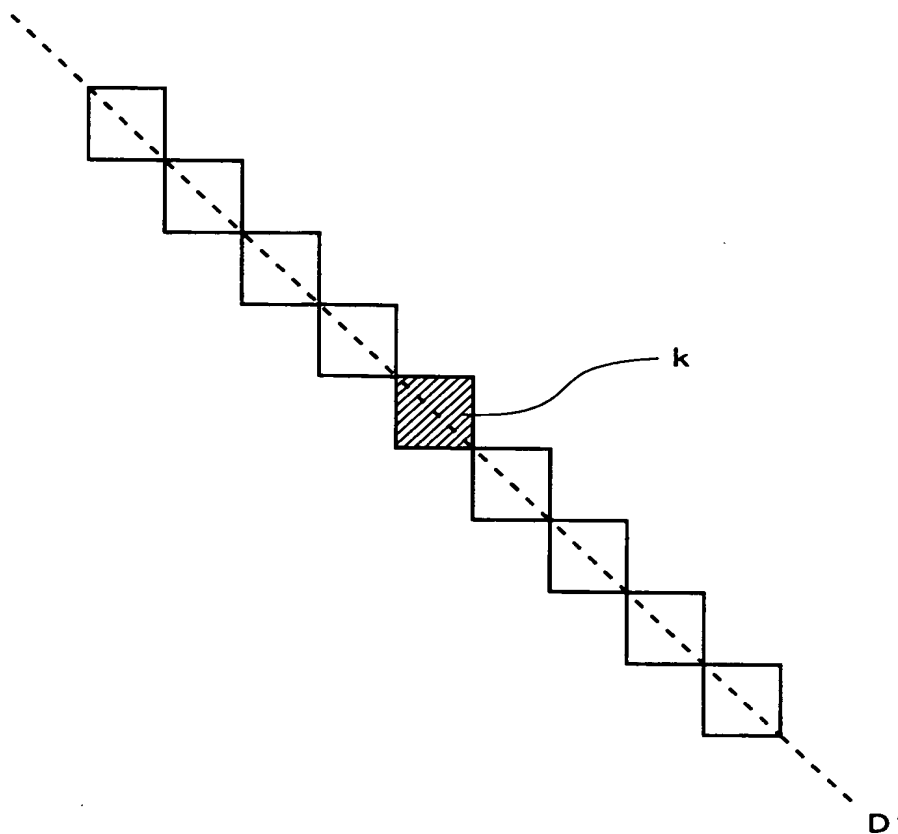
【図 1 1】



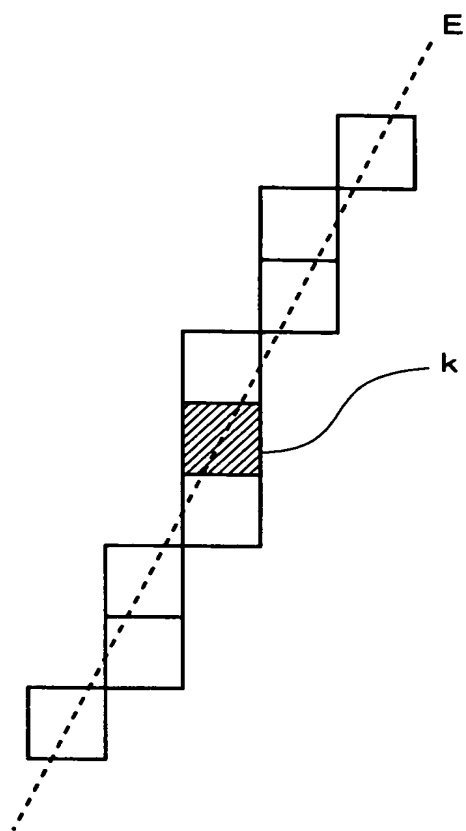
【図 1 2】



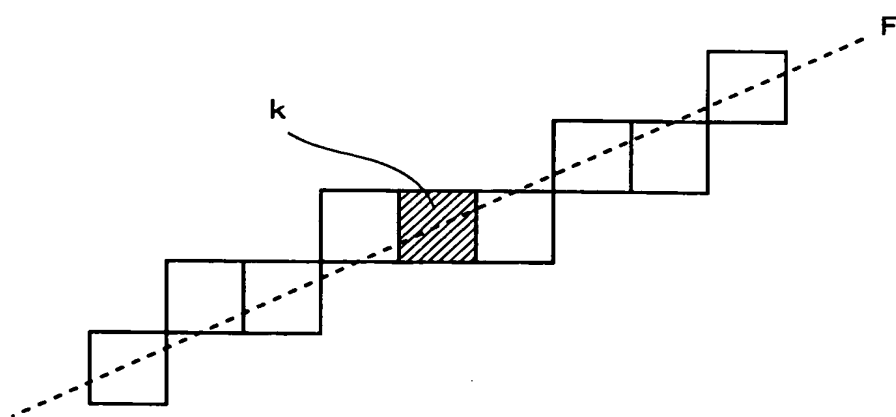
【図 1 3】



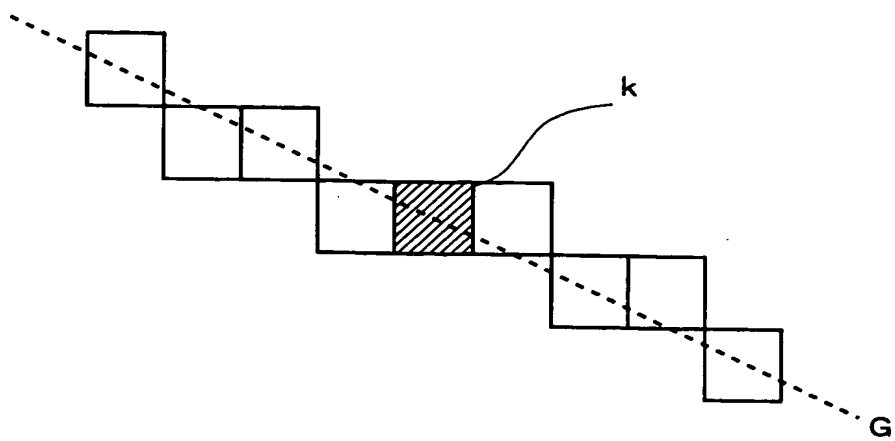
【図 1 4】



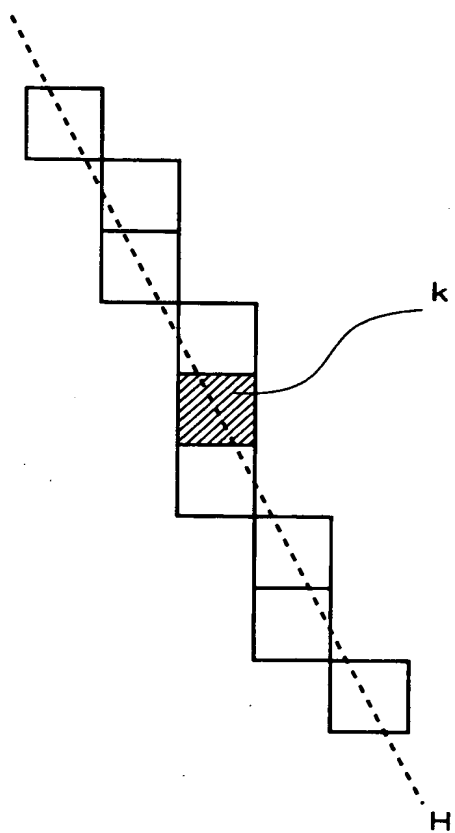
【図 1 5】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フィルタリングを能率良く行う画像処理方法および装置、フィルタリングプログラムを記録した媒体、並びに、画像処理装置を備えた画像撮影装置を実現する。

【解決手段】 元画像において注目画素を含む局所的な領域を複数の態様で設定し（502）、画素値の分散を求めてその値が予め定めた範囲に入るか否かを判定することを複数の態様の領域について順次に行い（504, 506, 508, 512, 514）、分散の値が最初に前記範囲に入った領域の画素値の平均値を注目画素の新たな画素値として画像を形成する（508, 510, 524）。

【選択図】 図5



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [300019238]

1. 変更年月日 2000年 3月15日

[変更理由] 名称変更

住 所 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ  
・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・71  
0・3000

氏 名 ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー  
・カンパニー・エルエルシー